

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): OGINO, et al.  
Serial No.: Not yet assigned  
Filed: March 19, 2004  
Title: NANOPRINT EQUIPMENT AND METHOD OF MAKING FINE  
STRUCTURE  
Group: Not yet assigned

LETTER CLAIMING RIGHT OF PRIORITY

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

March 19, 2004

Sir:

Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55, the applicant(s)  
hereby claim(s) the right of priority based on Japanese Patent Application No.(s)  
2003-077927, filed March 20, 2003.

A certified copy of said Japanese Application is attached.

Respectfully submitted,

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP



---

Alan E. Schiavelli  
Registration No. 32,087

AES/alb  
Attachment  
(703) 312-6600

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                    2 0 0 3 年   3 月 2 0 日  
Date of Application:

出 願 番 号                    特 願 2 0 0 3 - 0 7 7 9 2 7  
Application Number:

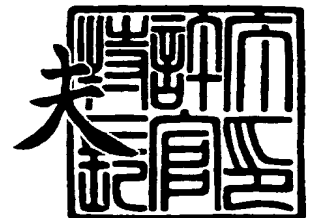
[ST. 10/C] :                    [ J P 2 0 0 3 - 0 7 7 9 2 7 ]

出      願      人  
Applicant(s):                    株式会社日立製作所  
                                      株式会社   日立インダストリイズ

2 0 0 4 年   2 月 2 5 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号   出証特 2 0 0 4 - 3 0 1 3 3 4 1

【書類名】 特許願

【整理番号】 A300383

【提出日】 平成15年 3月20日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G03F 7/00

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社 日立製作所 日立研究所内

【氏名】 荻野 雅彦

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社 日立製作所 日立研究所内

【氏名】 宮内 昭浩

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社 日立製作所 日立研究所内

【氏名】 元脇 成久

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社 日立製作所 日立研究所内

【氏名】 桑原 孝介

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【特許出願人】

【識別番号】 000233077

【氏名又は名称】 株式会社 日立インダストリーズ

## 【代理人】

【識別番号】 100091096

【弁理士】

【氏名又は名称】 平木 祐輔

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015244

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ナノプリント装置、及び微細構造転写方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に微細構造を形成するために、基板と、表面に微細な凹凸が形成されたスタンパとを、緩衝材を介して加熱・加圧するナノプリント装置において、

加熱・加圧後に前記緩衝材を順次交換する機構を有することを特徴とするナノプリント装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載のナノプリント装置において、前記緩衝材が、前記緩衝材が前記スタンパのパターン形成エリアより大きく、基板外形およびスタンパ外形のいずれよりも小さいことを特徴とするナノプリント装置。

【請求項 3】 ナノプリント装置を用い、基板上に微細構造を形成するために、基板と、表面に微細な凹凸が形成されたスタンパと緩衝材を用いるパターン転写方法において、

搬送フィルム上に保持された複数個の前記緩衝材を用い、加熱・加圧後に前記緩衝材を順次交換することを特徴とするパターン転写方法。

【請求項 4】 請求項 3 に記載のパターン転写方法において、前記緩衝材が、前記スタンパのパターン形成エリアより大きく、基板外形およびスタンパ外形のいずれよりも小さいことを特徴とするパターン転写方法。

【請求項 5】 請求項 3 に記載のパターン転写方法において、前記パターン転写が、樹脂基板または基板上の樹脂膜を、加熱して変形させるものであることを特徴とするパターン転写方法。

【請求項 6】 請求項 3 に記載のパターン転写方法において、前記パターン転写が、樹脂基板または基板上の樹脂膜を加圧成型後に、光硬化させるものであることを特徴とするパターン転写方法。

【請求項 7】 請求項 3 に記載のパターン転写方法において、前記パターン転写が、透明スタンパ上から光を照射して、樹脂基板または基板上の樹脂膜を光硬化させるものであることを特徴とするパターン転写方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、加熱・加圧機構を有するスタンプを用い、基板上に微細構造体を形成するナノプリント転写法に関する。

**【0002】****【従来の技術】**

近年、半導体集積回路は微細化、集積化が進んでおり、その微細加工を実現するためのパターン転写技術としてフォトリソグラフィ装置の高精度化が進められてきた。しかし、加工方法が光露光の光源の波長に近づき、リソグラフィ技術も限界に近づいてきた。そのため、さらなる微細化、高精度化を進めるために、リソグラフィ技術に代わり、荷電粒子線装置の一種である電子線描画装置が用いられるようになった。

**【0003】**

電子線を用いたパターン形成は、i線、エキシマレーザー等の光源を用いたパターン形成における一括露光方法とは異なり、マスクパターンを描画していく方法をとるため、描画するパターンが多ければ多いほど露光（描画）時間がかかり、パターン形成に時間がかかることが欠点とされている。そのため、256メガ、1ギガ、4ギガと、集積度が飛躍的に高まるにつれ、その分パターン形成時間も飛躍的に長くなることになり、スループットが著しく劣ることが懸念される。そこで、電子ビーム描画装置の高速化のために、各種形状のマスクを組み合わせそれらに一括して電子ビームを照射して複雑な形状の電子ビームを形成する一括図形照射法の開発が進められている。この結果、パターンの微細化が進められる一方で、電子線描画装置を大型化せざるを得ないほか、マスク位置をより高精度に制御する機構が必要になるなど、装置コストが高くなるという欠点があった。

**【0004】**

これに対し、微細なパターン形成を低コストで行うための技術が下記特許文献1及び2、非特許文献1などにおいて開示されている。これは、基板上に形成したいパターンと同じパターンの凹凸を有するスタンプを、被転写基板表面に形成

されたレジスト膜層に対して型押しすることで所定のパターンを転写するものであり、特に特許文献2記載や非特許文献1のナノインプリント技術によれば、シリコンウエハをスタンプとして用い、25ナノメートル以下の微細構造を転写により形成可能であるとしている。

#### 【0005】

##### 【特許文献1】

米国特許5, 259, 926号公報

##### 【特許文献2】

米国特許5, 772, 905号公報

##### 【非特許文献1】

S.Y.Chou et al., Appl. Phys. Lett., vol. 67, p. 3314 (1995)

#### 【0006】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかし、微細パターンを形成可能とされるインプリント技術によって、より高精度に転写する技術が求められていた。

以上の技術課題に鑑み、本発明は、半導体デバイスなどの製造工程において、微細な形状の構造体を形成するためのパターン転写技術であるナノプリント法において、転写をより高精度に行うことを目的とする。

#### 【0007】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明者は、基板とスタンプとの加熱・加圧が均一でないことが転写を高精度に行うことのできない理由と考え、本発明に至った。

即ち、第1に、本発明は、ナノプリント装置の発明であり、基板上に微細構造を形成するために、基板と、表面に微細な凹凸が形成されたスタンプとを、緩衝材を介して加熱・加圧するナノプリント装置において、加熱・加圧後に前記緩衝材を順次交換する機構を有することを特徴とする。

ここで、前記緩衝材が前記スタンプのパターン形成エリアより大きく、基板外形およびスタンプ外形のいずれよりも小さいことが加圧を均一に行う上で好ましい。

**【0008】**

第2に、本発明は、パターン転写方法の発明であり、ナノプリント装置を用い、基板上に微細構造を形成するために、基板と、表面に微細な凹凸が形成されたスタンプと緩衝材を用いるパターン転写方法において、搬送フィルム上に保持された複数個の前記緩衝材を用い、加熱・加圧時に前記緩衝材を順次交換することの特徴とする。

**【0009】**

第1の発明と同様に、緩衝材が前記スタンプのパターン形成エリアより大きく、基板外形およびスタンプ外形のいずれよりも小さいことが加熱・加圧を均一に行う上で好ましい。

ここで、樹脂基板または基板上の樹脂膜を成型させる方法としては、①樹脂基板または基板上の樹脂膜を、加熱して変形させる、②樹脂基板または基板上の樹脂膜を加圧成型後に、光硬化させる、③樹脂基板または基板上の樹脂膜を光硬化させる、から選択されることが好ましい。

**【0010】****【発明の実施の形態】**

先ず、図1を参照しながら、ナノプリント方法について説明する。シリコン基板等の表面に微小なパターンを有するスタンプを作製する。これとは別の基板上に樹脂膜を設ける（図（a））。図示しない加熱・加圧機構を有するプレス装置を用い、該樹脂のガラス転移温度（ $T_g$ ）以上の温度で、所定の圧力でスタンプを樹脂膜上にプレスする（図（b））。冷却・硬化させる（図（c））。スタンプと基板を剥離して、スタンプの微細なパターンを基板上の樹脂膜に転写する（図（d））。また、加熱硬化する工程の代わりに、光硬化性の樹脂を用い、成型後に、樹脂に光を照射し、樹脂を硬化させても良い。更に、ガラス等の光透過性のスタンプを用い、プレス後に、該光透過性のスタンプの上方より光を照射して、樹脂を光硬化させてもよい。

**【0011】**

ナノプリント方法によれば、①集積化された極微細パターンを効率良く転写できる、②装置コストがやすい、③複雑な形状に対応できピラー形成なども可能で



ある、等の特徴がある。

ナノプリント法の応用分野については、①DNAチップや免疫分析チップ等の各種バイオデバイス、特に使い捨てのDNAチップ等、②半導体多層配線、③プリント基板やRF MEMS、④光または磁気ストレージ、⑤導波路、回折格子、マイクロレンズ、偏光素子等の光デバイス、フォトニック結晶、⑥シート、⑦LCDディスプレイ、⑧FEDディスプレイ、等広く挙げられる。本発明はこれらの分野に好ましく適用される。

#### 【0012】

本発明において、ナノプリントとは、数100  $\mu$ mから数nm程度の範囲の転写を言う。

本発明において、プレス装置は、加熱・加圧機構を有するものや、光透過性スタンプの上方より光を照射できる機構を有するものが、パターン転写を効率良く行う上で好ましい。

#### 【0013】

本発明において、スタンプは、転写されるべき微細なパターンを有するものであり、スタンプに該パターンを形成する方法は特に制限されない。例えば、フォトリソグラフィや電子線描画法等、所望する加工精度に応じて、選択される。スタンプの材料としては、シリコンウエハ、各種金属材料、ガラス、セラミック、プラスチック等、強度と要求される精度の加工性を有するものであれば良い。具体的には、Si、SiC、SiN、多結晶Si、ガラス、Ni、Cr、Cu、及びこれらを1種以上含むものが好ましく例示される。

#### 【0014】

本発明において、基板となる材料は特に限定されないが、所定の強度を有するものであれば良い。具体的には、シリコン、各種金属材料、ガラス、セラミック、プラスチック、等が好ましく例示される。

#### 【0015】

本発明において、微細な構造が転写される樹脂膜は特に限定されないが、所望する加工精度に応じて、選択される。具体的には、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリビニルアルコール、ポリ塩化ビニリデン、ポリエチレンテレフタレート

、ポリ塩化ビニール、ポリスチレン、ABS樹脂、AS樹脂、アクリル樹脂、ポリアミド、ポリアセタール、ポリブチレンテレフタレート、ガラス強化ポリエチレンテレフタレート、ポリカーボネート、変性ポリフェニレンエーテル、ポリフェニレンスルフィド、ポリエーテルエーテルケトン、液晶性ポリマー、フッ素樹脂、ポリアラート、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、ポリアミドイミド、ポリエーテルイミド、熱可塑性ポリイミド等の熱可塑性樹脂や、フェノール樹脂、メラミン樹脂、ユリア樹脂、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、アルキド樹脂、シリコン樹脂、ジアリルフタレート樹脂、ポリアミドビスマレイミド、ポリビスアミドトリアゾール等の熱硬化性樹脂、及びこれらを2種以上ブレンドした材料を用いることが可能である。

#### 【0016】

##### 【実施例】

以下、本発明の実施例を説明する。

##### 〔実施例1〕

本発明の実施例の1つである、緩衝材を逐次交換する機構が付いたナノプリン装置および微細構造転写方法について、図2を用いて説明する。図2は概念図であり、パターン形状は単純化しかつ大きめに書かれていることを断っておく。はじめに装置の概要について説明する。まず、図2中、1は装置本体のフレームである。2はヘッド水平化機構であり、ヘッドがステージと常に平行に接するように調整する働きを有する。3はヘッドであり円形で6inchφの加圧面積を持ち、ヘッド水平化機構2を介してフレームに固定されている。このヘッドは加熱冷却機構を有し室温から300℃まで自由に温度をコントロールすることができる。4はサンプルを搭載するステージで6inchφの円形であり、このステージもヘッド3と同様に加熱、冷却が可能で室温から300℃まで自由に温度コントロールすることができる。また、基板を固定するための真空チャックも表面に形成されている。このステージ4は支持体5を介してステージ加圧機構6と接続されており、微細な構造が形成されたスタンプ7およびサンプル8を加熱、加圧することができる。ステージ加圧機構6は空気圧により最大7000kgfの推力を発生する。この推力は外部コントローラにより圧力および加圧時間をコントロールすることが

できる。

#### 【0017】

本装置のステージ4およびヘッド3は真空チャンバ9内に収められている。真空チャンバ9はSUS製で2つの部分から構成されており、サンプル出し入れ時、真空チャンバ開閉機構10により開閉することができる。また、真空チャンバは真空ポンプに接続されており、0.1torr以下にチャンバ内を減圧することが可能である。また、本ナノプリント装置にはサンプルとスタンパが均一に加圧できるように緩衝材13がサンプル8とステージ4の間に配置されている。この緩衝材13は、自動搬送用ローラ11にあらかじめ巻きつけられておりガイドローラ12を介しステージ4の上を移動し転写完了のたびに逐次交換される。

#### 【0018】

図3は緩衝材13を上部から見た模式図である。緩衝材は厚さ50 $\mu$ m幅30cm長さ50mの長尺状ポリイミドフィルム（ユーピレックス：宇部興産製）を図3の様にパターン凹凸形成領域より大きく、サンプル外形、ステージ外形、スタンパ外形より小さい緩衝材領域13-1と、緩衝材領域を保持し自動搬送するための緩衝材ガイド領域13-2から構成されている。本実施例では200℃で加熱、加圧するために緩衝材材料としてポリイミドフィルムを用いたが、テフロン（商標名）、シリコーンゴムなどのシートを同様に用いることもできる。更に、室温等でプレスする場合はPETフィルム、ポリエチレンフィルム、NBRなど耐熱性の低い材料を用いることもできる。

#### 【0019】

また、本実施例では1枚のフィルムを打抜いて緩衝材領域13-1を形成したが、本発明の別の緩衝材構造としては、図4（1）の上面図、図4（2）の断面図の様に搬送フィルムを緩衝層ガイド領域13-2として用い、その上に緩衝材領域13-1を形成した2層構造でもかまわない。

#### 【0020】

更に、緩衝材自動交換機構の別の例としては、図5装置断面図、図6緩衝層自動交換装置上面図に示すように、真空チャック16がついたアーム15が真空チャンバ外側の支持軸に接続され、転写終了後にチャンバ内の使用済み緩衝層を吸

着しチャンバ外部に排出した後、新品の緩衝層13と交換してチャンバ内部の所定の場所にセットするロボットアーム型の自動交換機構も可能である。

#### 【0021】

次に、上記装置を用い微細構造を転写する方法について具体的に説明する。はじめに被転写体であるサンプルはポリスチレン679（エー・アンド・エムポリスチレン製）をエチレングリコールモノエチルエーテルアセテートに10%溶解させたワニスを作成した後、厚さ0.5mmの5 inch Si基板上にスピン塗布し、90℃/5分プリベークして500nm厚のポリスチレン層が形成されたサンプル8を作成した。次にこのサンプルをステージ4 中心部の緩衝材13上に同心円の位置にセッティングした。

#### 【0022】

次に、Ni電鍍法により作成されたパターン形成エリアが4 inch  $\phi$ 、外形8 inch  $\phi$ 、厚さ100  $\mu$ mの表面にnmオーダーの微細な凹凸が形成されたNiスタンパ7を緩衝材13上に置かれたサンプル8上にセットした。今回はサンプルをセットした後、スタンパをサンプル上にセットしたが、あらかじめ、スタンパとサンプルを別の場所で位置合わせをした後、緩衝材上に搭載してもかまわない。また、あらかじめ、スタンパを本装置のヘッドに固定し、サンプルのみを緩衝材上にセットする場合もある。

#### 【0023】

次に、真空チャンバ9を閉じロータリーポンプにてチャンバ内部の圧力が0.1torr以下まで脱気した。

次にサンプルを200℃まで加熱した後、10MPa加圧後、10分間保持した。

次に、ステージ4を冷却し100℃まで強制冷却した後、チャンバを大気開放した。

次に、緩衝材13を介し、サンプル8をステージ4に真空チャックにより固定し、スタンパ7をヘッド3に固定し、0.1mm/sの速度でステージを下げることによりスタンパ7とサンプル8とを剥離した。

#### 【0024】

以上のプロセスによりサンプル表面にスタンパのパターンを転写した。この転

写されたパターンをSEMにより観察したところスタンプの形状が精度よく転写されていた。本実施例の様にサンプル外形より小さく、スタンプ凹凸形成領域より大きな緩衝材を用い転写することによりサンプル端部における応力集中が回避され、スタンプ凹凸形成領域のみに圧力が均一にかかるようになり転写精度が向上した。更に加熱加圧により変型した緩衝材を逐次自動で交換することによりサンプル間のばらつきも小さくなった。

#### 【0025】

本実施例ではサンプルとステージの間に緩衝材を配置したが、緩衝材の配置位置としてはこれ以外に、スタンプとヘッドの間でも有効である。更に、ステージとサンプルの間、スタンプとヘッドの間両方に緩衝材を配しても本発明の効果を発揮することができる。

#### 【0026】

なお、本実施例は加熱溶融させた後、スタンプを加圧させパターンを転写するタイプのナノプリント装置であったが、上記Niスタンプの代わりに石英のような光透過性のスタンプを用い、感光性の液状樹脂を基板上に塗布後、室温で加圧、露光硬化してパターンを形成する場合にも有効である。

#### 【0027】

##### [実施例2]

実施例1と同様の装置を用いサンプルにスタンプのパターンを転写した。その際、図7に示したようにサンプル8のSi基板の表面端部を最外周より3mm内側までの領域を基板外側に向かってテーパのついたSi基板を用いた。この基板に実施例1と同様のポリスチレンワニススピコートし樹脂層を形成したところ通常表面張力により発生する基板周辺部の樹脂の隆起が解消した。この基板を実施例1と同様の工程でパターン転写した。

#### 【0028】

この転写されたパターンをSEMにより観察したところスタンプの形状が精度よく転写されていた。実施例1と同様にサンプル外形より小さく、スタンプ凹凸形成領域より大きな緩衝材を用い転写することによりサンプル端部における応力集中が回避され、スタンプ凹凸形成領域のみに圧力が均一にかかるようになり転写

精度が向上した。また、本実施例の様に基板端部にテーパを形成することによりサンプル周辺に生ずる樹脂の隆起が解消されスタンプの片当りが改善され転写も良好になった。更に加熱加圧により変型した緩衝材を逐次自動で交換することによりサンプル間のばらつきも小さくなった。

#### 【0029】

##### [実施例3]

実施例1と同様の装置、サンプル、工程により、直径が $1\mu\text{m}$ 、 $0.5\mu\text{m}$ 、 $0.35\mu\text{m}$ 、 $0.25\mu\text{m}$ で高さが $1\mu\text{m}$ 柱状構造をサンプル上に形成した。この柱状構造が形成されたサンプル表面に蛍光体がついた抗体 (FITC-Albumin)  $100\mu\text{l}$ を柱状構造が形成された部分に滴下し、5分後水洗、乾燥を行った。このサンプルに紫外線を照射しながら $518\text{nm}$ 領域付近のみ透過するフィルタを用い蛍光顕微鏡で柱状構造の表面を観察した。図8左が外観の蛍光顕微鏡写真であり、右側が拡大写真である。図8からも明らかなように柱状構造形成エリアが白く蛍光を示していることが分かる。また、拡大写真から明らかなように、柱状構造体自身が蛍光している。この発光強度について柱状構造の直径および高さとの関係を調べた結果、図9のようになることが分かった。この結果より柱状構造の密度および太さにより発光強度が異なることを見出した。

#### 【0030】

通常、 $1\mu\text{m}$ 以下の柱状構造が一様に形成されているか否かを判定する場合、SEM観察しなければならない。SEM観察は電子線を照射するためサンプルに樹脂のような場合サンプルにダメージを与える。また、サンプルを真空中で観察する必要があり観察に時間がかかる。これに対し、我々はこの現象を利用して簡便にしかも高感度で柱状構造の形成具合を判断することが可能となった。すなわち、柱状構造が完全に形成されている部分では強い均一な蛍光が観察され、欠陥やパターン不良が生じた部分では発光ムラや発光強度の低下がみられ、このような発光強度、パターンを観察することで微細な柱状構造の形成具合をSEM観察することなく大気中で簡便に評価できるようになった。

#### 【0031】

##### [比較例]

実施例 1 と類似のナノプリント装置を用い、実施例 1 と同様のサンプルを用い以下のプロセスでパターンの転写を行った。

ステージ上にサンプル外形より大きな 6 inch  $\phi$ 、厚さ 50  $\mu$ m のポリイミドフィルムを緩衝材として敷いた。次に、実施例 1 と同じサンプルを緩衝材上に配置した。サンプルセットの後、真空チャンバ 9 を閉じロータリーポンプにてチャンバ内部の圧力が 0.1 torr 以下まで脱気した。次にサンプルを 200°C まで加熱した後、10 MPa 加圧後、10 分間保持した。次に、ステージを冷却し 100°C まで強制冷却した後、チャンバを大気開放した。次に、緩衝材を介し、サンプルをステージに真空チャックにより固定し、スタンプをヘッドに固定し、0.1 mm/s の速度でステージを下げることによりスタンプとサンプルとを剥離した。

本比較例によるナノプリントサンプルを SEM にて観察したところ、サンプル外周部に強い圧痕が観察されパターン凹凸形成領域の一部に転写パターンの欠陥が認められた。

### 【0032】

#### 【本発明の適用例】

以下、本発明の緩衝材を介してスタンプを用いるナノプリントが好ましく適用される幾つかの分野を説明する。

#### 【実施例 4：バイオ（免疫）チップ】

図 10 はバイオチップ 900 の概略図である。ガラス製の基板 901 には深さ 3 マイクロメートル、幅 20 マイクロメートルの流路 902 が形成されており、DNA（デオキシリボ核酸）、血液、蛋白質などが含まれる検体を導入孔 903 から導入し、流路 902 を流した後、排出孔 904 へ流す構造になっている。流路 902 には分子フィルター 905 が設置されている。分子フィルター 905 には直径 250 ナノメートルから 300 ナノメートル、高さ 3 マイクロメートルの突起物集合体 100 が形成されている。

### 【0033】

図 11 は分子フィルター 905 が形成されている近傍の断面鳥瞰図である。基板 901 には流路 902 が形成されており、流路 902 の一部には突起物集合体 100 が形成されている。基板 901 は上部基板 1001 によって蓋をされ、検

体は流路 902 の内部を移動することになる。例えば DNA の鎖長解析の場合、DNA を含む検体が流路 902 を電気泳動する際に DNA の鎖長に応じて分子フィルター 905 によって DNA が高分解に分離される。分子フィルター 905 を通過した検体は基板 901 の表面に実装された半導体レーザー 906 からのレーザー光が照射される。DNA が通過する際に光検出器 907 への入射光は約 4 % 低下するため光検出器 907 からの出力信号によって検体中の DNA の鎖長を解析することができる。光検出器 907 で検出された信号は信号配線 908 を介して信号処理チップ 909 に入力される。信号処理チップ 909 には信号配線 910 が結線されており、信号配線 910 は出力パッド 911 に結線され、外部からの端子に接続される。なお、電源は基板 901 の表面に設置された電源パッド 912 から各部品へ供給した。

#### 【0034】

図 12 に分子フィルター 905 の断面図を示す。本実施例の分子フィルター 905 は、凹部を有する基板 901 と、基板 901 の凹部に形成された複数の突起物と、基板の凹部を覆うように形成された上部基板 1001 から構成されている。ここで、突起物の先端部は上部基板と接触するように形成されている。突起物集合体 100 の主な成分は有機物であるため、変形することが可能であり、よって上部基板 1001 を流路 902 にかぶせる際に突起物集合体 100 が破損することはない。従って、上部基板 1001 と突起物集合体 100 を密着させることが可能となる。このような構成とすることにより、検体が突起物と上部基板 1001 との隙間から漏れることがなく、高感度な分析が可能となる。実際に DNA の鎖長解析を実施した結果、ガラス製の突起物集合体 100 では塩基対の分解能が半値幅で 10 塩基対であったのに対し、有機物製の突起物集合体 100 では塩基対の分解能が半値幅で 3 塩基対に改善できることが分かった。本実施例の分子フィルターでは、突起物と上部基板が直接接触する構造としたが、例えば、上部基板に突起物と同じ材料の膜を形成し、突起物とこの膜が接触する構造とすれば密着性の向上を図ることができる。

なお、本実施例では流路 902 は一本であったが、異なる大きさの突起物を設置した複数の流路 902 を配置することで同時に異なる分析を行うことも可能で



ある。

#### 【0035】

また、本実施例では検体としてDNAを調べたが、突起物集合体100の表面に糖鎖、蛋白質、抗原と反応する分子を予め修飾することで特定の糖鎖、蛋白質、抗原を分析してもよい。このように、突起物の表面に抗体を修飾させることで、免疫分析の感度を向上させることができる。

#### 【0036】

本発明をバイオチップに適用することにより、直径がナノスケールの有機材料製の分析用突起物を簡便に形成できる効果を得られる。また、モールド表面の凹凸や有機材料薄膜の粘度を制御することで有機材料製突起物の位置、直径、高さを制御できる効果も得られる。高感度の分析用マイクロチップを提供することができる。

#### 【0037】

##### [実施例5：多層配線基板]

図13は多層配線基板を作製するための工程を説明する図である。まず図13(a)に示すように、シリコン酸化膜1002と銅配線1003とで構成された多層配線基板1001の表面にレジスト702を形成した後にスタンプ(図示省略)によるパターン転写を行なう。次に、多層配線基板1001の露出領域703を $\text{CF}_4/\text{H}_2$ ガスによってドライエッチングすると図13(b)に示すように多層配線基板1001表面の露出領域703が溝形状に加工される。次にレジスト702をRIEによりレジストエッチングして、段差の低い部分のレジストを除去することで図13(c)に示すように露出領域703が拡大して形成される。この状態から、先に形成した溝の深さが銅配線1003に到達するまで露出領域703のドライエッチングを行うと、図13(d)に示すような構造が得られ、次にレジスト702を除去することで図13(e)に示すような、表面に溝形状を有する多層配線基板1001が得られる。この状態から、多層配線基板1001の表面にスパッタにより金属膜を形成した後(図示省略)、電解メッキを行なうことで図13(f)に示すように金属メッキ膜1004が形成される。その後、多層配線基板1001のシリコン酸化膜1002が露出するまで金属メッキ

膜 1004 の研磨を行なえば、図 13 (g) に示すように金属配線を表面に有する多層配線基板 1001 を得ることができる。

#### 【0038】

また、多層配線基板を作製するための別な工程を説明する。図 13 (a) で示した状態から露出領域 703 のドライエッチングを行なう際に、多層配線基板 1001 内部の銅配線 1003 に到達するまでエッチングすることで、図 13 (h) に示す構造が得られる。次にレジスト 702 を R I E によりエッチングして、段差の低い部分のレジストを除去することで図 13 (i) に示す構造が得られる。この状態から、多層配線基板 1001 の表面にスパッタによる金属膜 1005 を形成すると図 13 (j) の構造が得られる。次にレジスト 702 をリフトオフで除去することで、図 13 (k) に示す構造が得られる。次に、残った金属膜 1005 を用いて無電解メッキを行なうことで図 13 (l) に示した構造の多層配線基板 1001 を得ることができる。

本発明を多層配線基板に適用することで、高い寸法精度を持つ配線を形成できる。

#### 【0039】

##### [実施例 6：磁気ディスク]

図 14 は本実施例による磁性記録媒体の全体図及び断面拡大図である。基板は微細な凹凸を有するガラスで構成される。基板上には、シード層、下地層、磁性層、保護層が形成されている。以下、図 15 を用いて、本実施例による磁性記録媒体の製造方法を説明する。図 15 にナノプリント法によるガラスへの凹凸形成方法を、半径方向に切った断面図で示す。まずガラス基板を準備する。本実施の形態ではソーダライムガラスを用いた。基板の材料については平坦性を有していれば特に限定されるものではなく、アルミノシリケートガラスなどの他のガラス基板材料や Al などの金属基板を用いても良い。そして図 15 (a) のように樹脂膜を 200 nm 厚みになるようにスピンコートを用いて形成した。ここで樹脂としては、PMMA (ポリメチルメタクリレート) を用いた。

#### 【0040】

一方、金型としては、磁気記録媒体中央の穴に同心円状になるように溝を形成

したSiウエハを用意する。溝寸法は幅88nm、深さ200nmとし、溝と溝の間隔は110nmとした。本金型の凹凸は非常に微細であるので、電子線ビームを用いたフォトリソグラフィで形成した。次に図15(b)のように250℃に加熱して樹脂粘度を下げた上で、金型をプレスする。金型を樹脂のガラス転移点以下の温度で離型すると図15(c)のような金型と凹凸が逆転したパターンが得られる。ナノプリント法を用いると、このように、可視光波長よりも小さい微細な、一般の光リソグラフィの露光可能寸法限界を超えたパターン形成が可能である。さらに、ドライエッチングにより、樹脂パターン底部に残った残膜を除去することにより、図15(d)のようなパターンが形成される。この樹脂膜をマスクとして用いて、さらに基板を弗酸でエッチングすることにより、図15(e)のように基板を加工することができ、樹脂を剥離液で除去することにより、図15(f)のような幅110nm深さ150nmの溝を形成した。この後、ガラス基板上にNiPからなるシード層を無電解めっきで形成する。一般的な磁気ディスクは、NiP層を10 $\mu$ m以上の厚みで形成するが、本実施の形態では、ガラス基板に形成した微細な凹凸形状を上層にも反映させるため、100nmに留めた。さらに一般的に磁気記録媒体形成に用いられているスパッタ法を用いて、Cr下地層15nm、CoCrPt磁性層14nm、C保護層10nmを順次成膜することにより、本実施の形態の磁気記録媒体を作製した。本実施の形態の磁気記録媒体は磁性体が幅88nmの非磁性層壁によって半径方向に隔離される。このことによって、面内磁気異方性を高めることができた。なお、研磨テープによる同心円状のパターン形成(テクスチャリング)は、従来から知られているが、パターン間隔はミクロンスケールと大きく、高密度記録媒体には適用困難である。本実施例の磁気記録媒体はナノプリント法を用いた微細パターンで磁気異方性を確保し、400Gb/平方インチもの高密度記録を実現できた。なお、ナノプリントによるパターン形成は、円周方向に限るものではなく、半径方向に非磁性隔壁を形成することができる。さらに本実施の形態で述べた磁気異方性付与効果は、シード層、下地層、磁性層、保護層の材料によって特に限定されるものではない。

#### 【0041】

##### [実施例7：光導波路]

本実施例では入射光の進行方向が変わる光デバイスを光情報処理装置に適用した一例を述べる。

図16は作製した光回路500の概略構成図である。光回路500は縦30ミリメートル、横5ミリメートル、厚さ1ミリメートルの窒化アルミニウム製の基盤501の上に、インジウムリン系の半導体レーザーとドライバ回路からなる10個の発信ユニット502、光導波路503、光コネクタ504から構成されている。なお、10個の半導体レーザーの発信波長は50ナノメートルずつ異なっており、光回路500は光多重通信系のデバイスの基本部品である。

#### 【0042】

図17は光導波路503内部での突起物406の概略レイアウト図である。発信ユニット502と光導波路503とのアライメント誤差を許容できるように、光導波路503の端部は幅20マイクロメートルのラッパ状になっており、フォトリソグラフィによって信号光が幅1マイクロメートルの領域に導かれる構造になっている。なお、突起物406は間隔0.5マイクロメートルで配列したが、図17では簡略化し実際の本数よりも突起物406を少なく記載している。

#### 【0043】

光回路500では10種類の異なる波長の信号光を重ね合わせて出力できるが、光の進行方向を変更できるように光回路500の横幅を5ミリメートルと非常に短くでき、光通信用デバイスを小型化できる効果がある。また、モールドのプレスによって突起物406を形成できるため、製造コストを下げられる効果も得られる。本実施例では、入力光を重ね合わせるデバイスであったが、光の経路を制御する全ての光デバイスに光導波路503が有用であることは明らかである。

#### 【0044】

本発明を光導波路に適用することにより、有機物を主成分とする突起物を周期的に配列した構造体の中に信号光を進行させることで光の進行方向を変更できる効果を得られる。また、突起物をモールドのプレスという簡便な製造技術で形成できることから、低コストに光デバイスを製造できる効果を得られる。

#### 【0045】

**【発明の効果】**

本発明によれば、基板と表面に微細な凹凸が形成されたスタンパとを、緩衝材を介して加熱・加圧するナノプリント装置において、複数の前記緩衝材が搬送フィルム上に保持されており、加熱・加圧時に前記緩衝材を順次交換する機構を有することにより、パターンの面内均一性が向上し、かつ緩衝材の交換が自動で行うことが出来、より高精度の転写が可能となる。

**【図面の簡単な説明】****【図 1】**

ナノプリントの各工程を示す模式図。

**【図 2】**

緩衝材を逐次交換する機構が付いたナノプリント装置。

**【図 3】**

緩衝材の上面図。

**【図 4】**

搬送フィルムの上に緩衝材領域を形成した2層構造。

**【図 5】**

他の緩衝材自動交換機構の装置断面図。

**【図 6】**

他の緩衝材自動交換機構の緩衝層自動交換装置上面図。

**【図 7】**

表面端部より基板外側に向かってテーパのついたSi基板を用いた例。

**【図 8】**

蛍光顕微鏡で観察した柱状構造の表面。

**【図 9】**

発光強度について柱状構造の直径および高さとの関係。

**【図 10】**

バイオチップの概略図。

**【図 11】**

分子フィルターが形成されている近傍の断面鳥瞰図。

**【図 1 2】**

分子フィルターの断面図。

**【図 1 3】**

多層配線基板を作製するための工程を説明する図。

**【図 1 4】**

磁性記録媒体の全体図及び断面拡大図。

**【図 1 5】**

ナノプリント法によるガラスへの凹凸形成方法を、半径方向に切った断面図。

**【図 1 6】**

光回路 5 0 0 の概略構成図。

**【図 1 7】**

光導波路内部での突起物の概略レイアウト図。

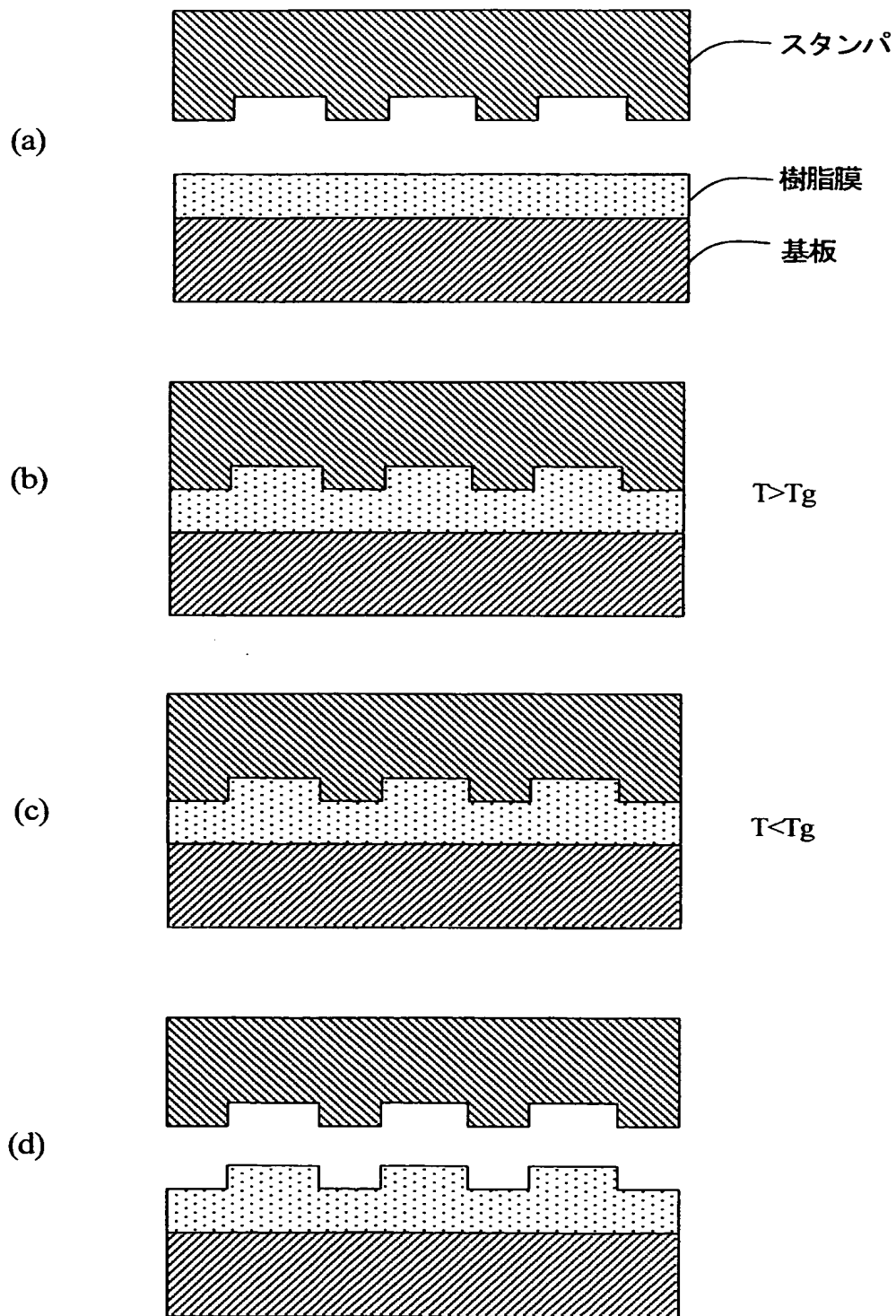
**【符号の説明】**

1：装置本体のフレーム、2：ヘッド水平化機構、3：ヘッド、4：ステージ、5：支持体、6：ステージ加圧機構、7：スタンパ、8：サンプル、9：真空チャンバ、10：真空チャンバ開閉機構、11：自動搬送用ローラ、12：ガイドローラ12、13：緩衝材、15：アーム、16：真空チャック。

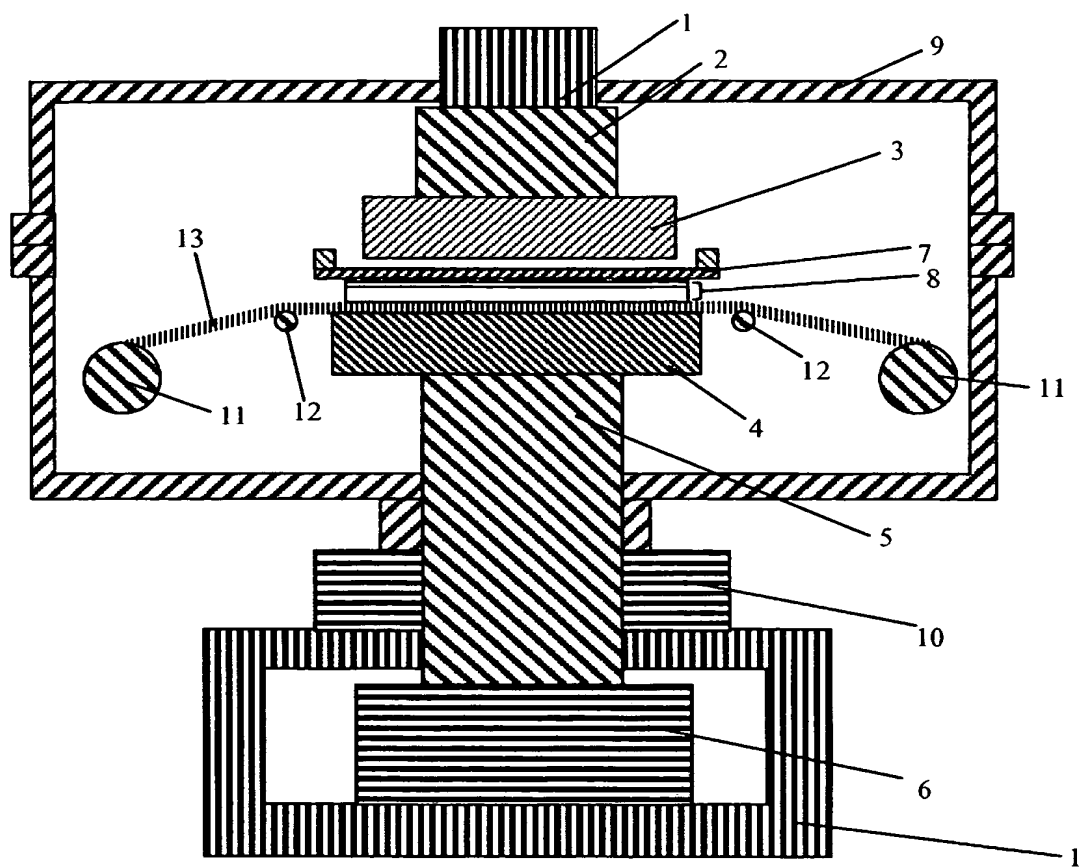
【書類名】

図面

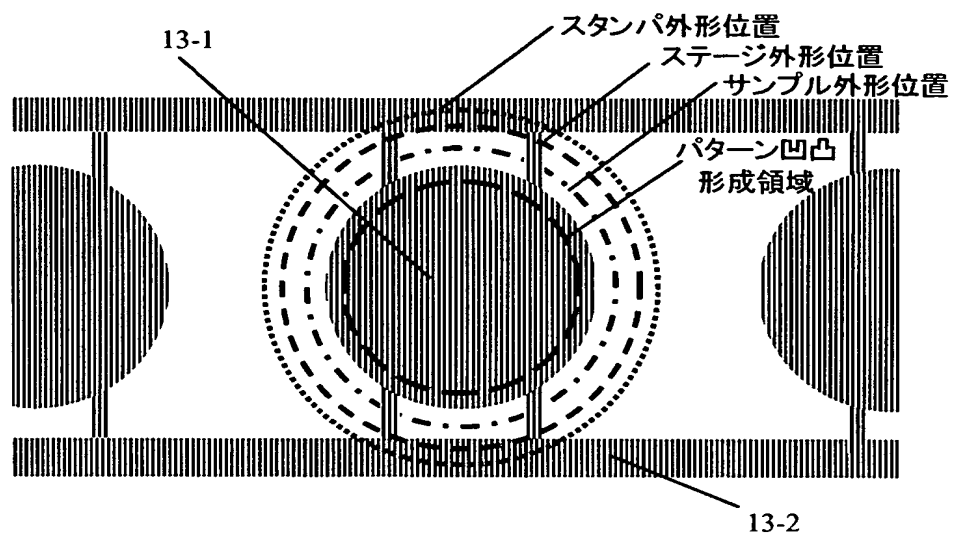
【図 1】



【図2】

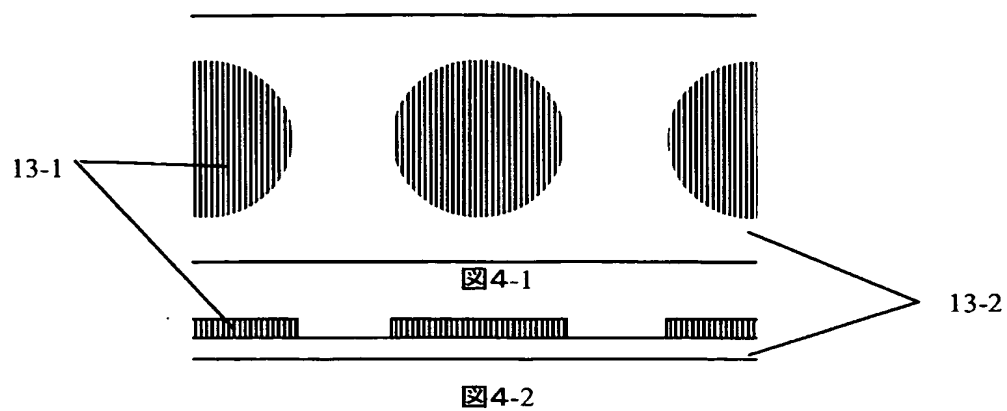


【図3】

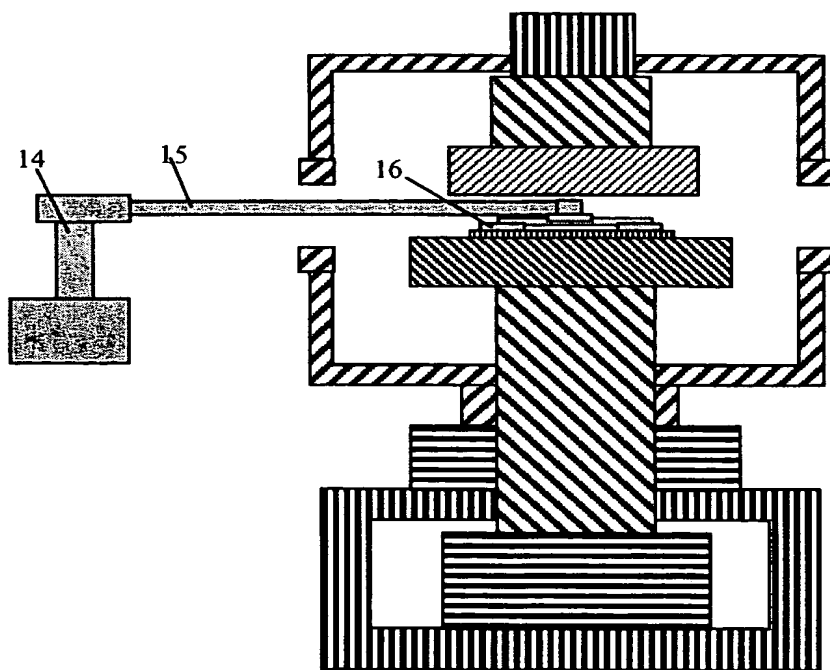




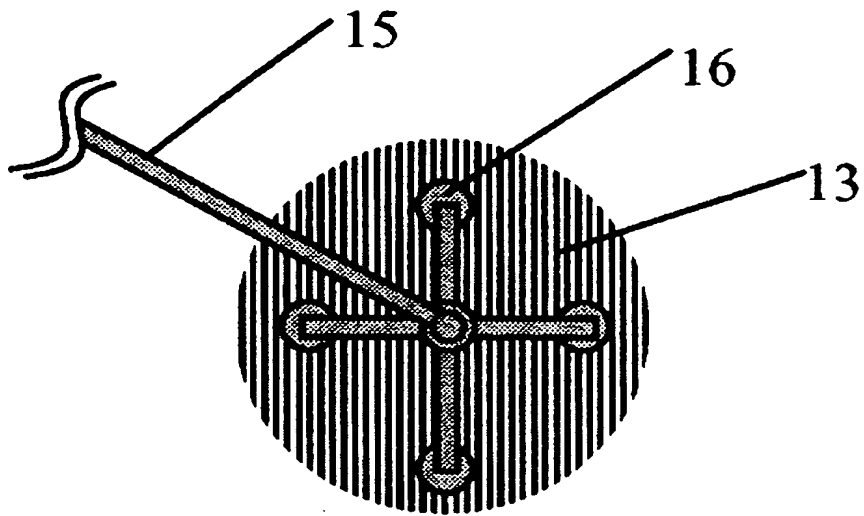
【図 4】



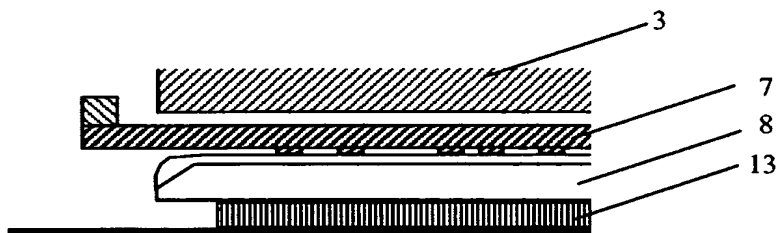
【図 5】



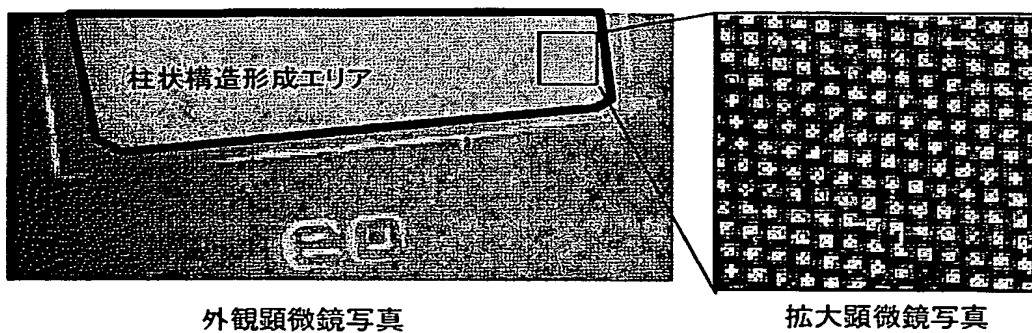
【図 6】



【図 7】



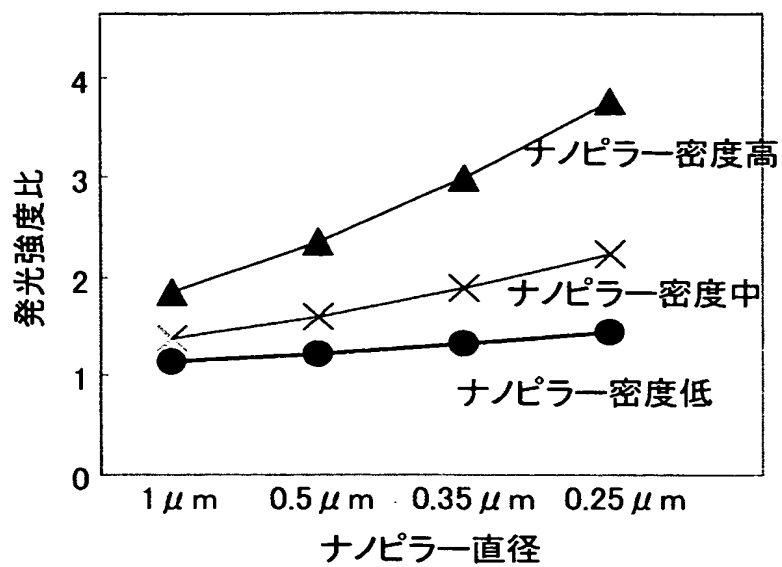
【図 8】



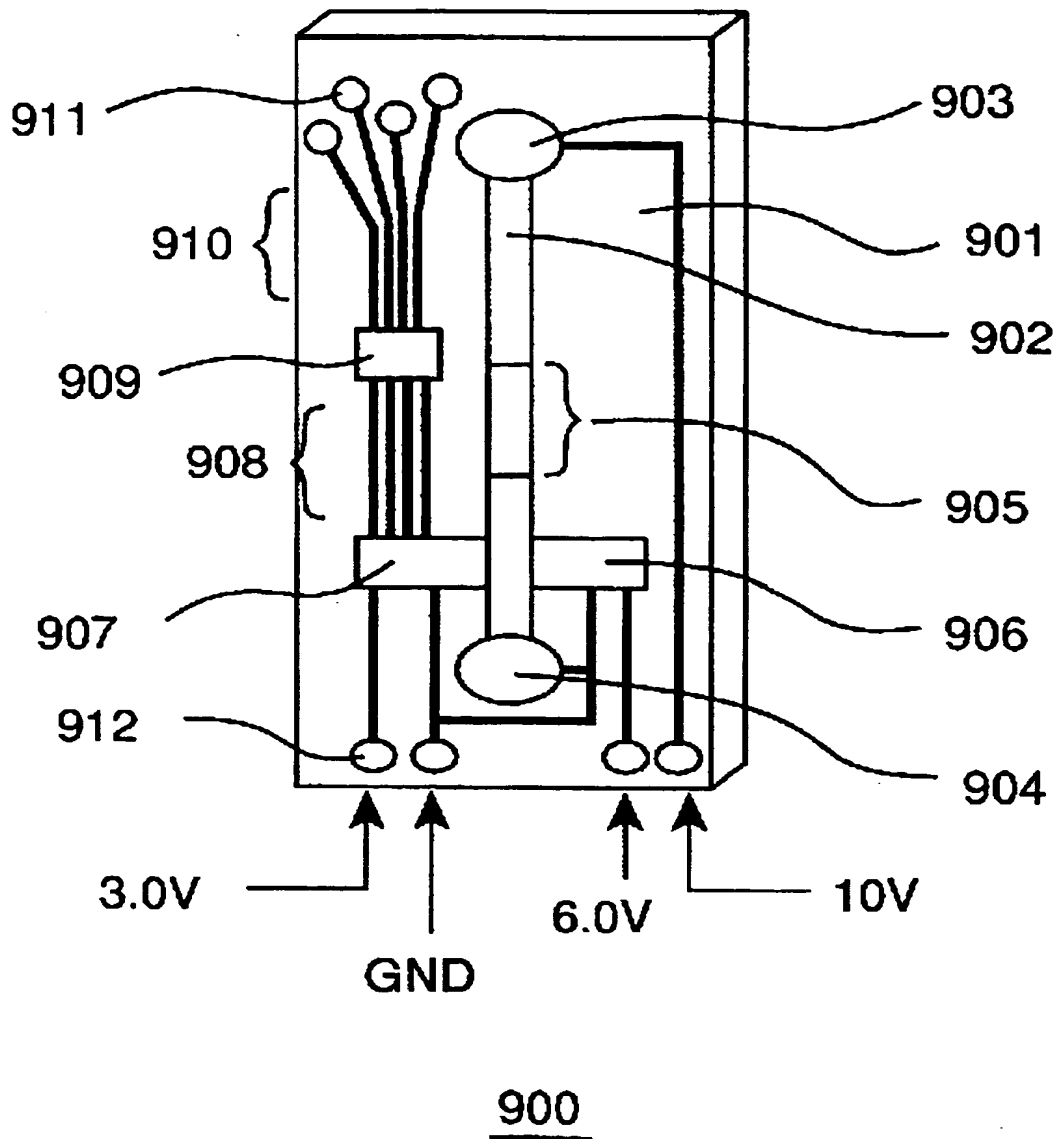
外観顕微鏡写真

拡大顕微鏡写真

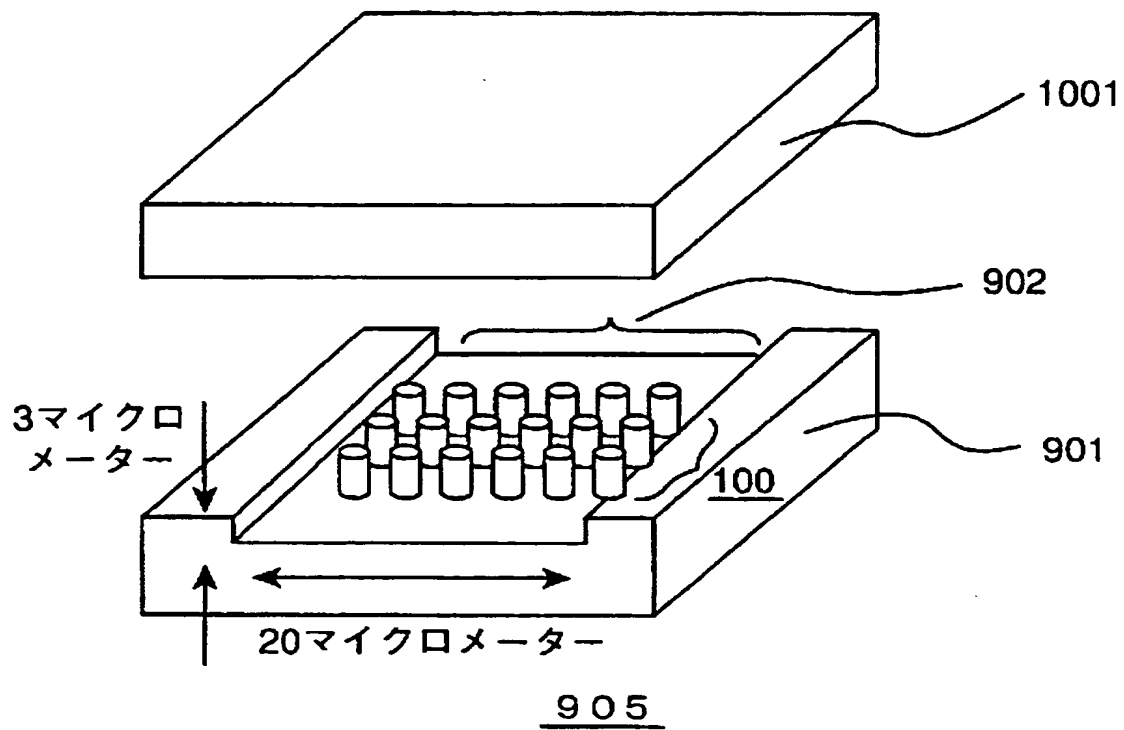
【図 9】



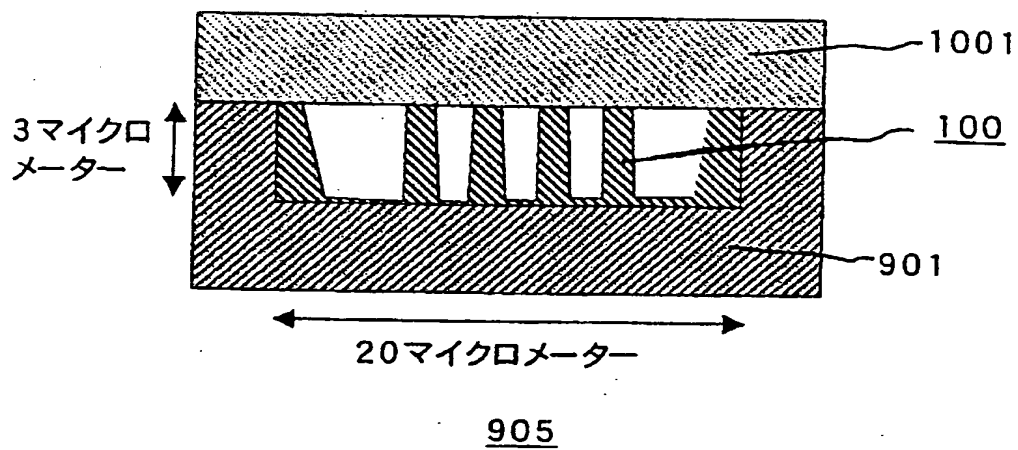
【図 10】



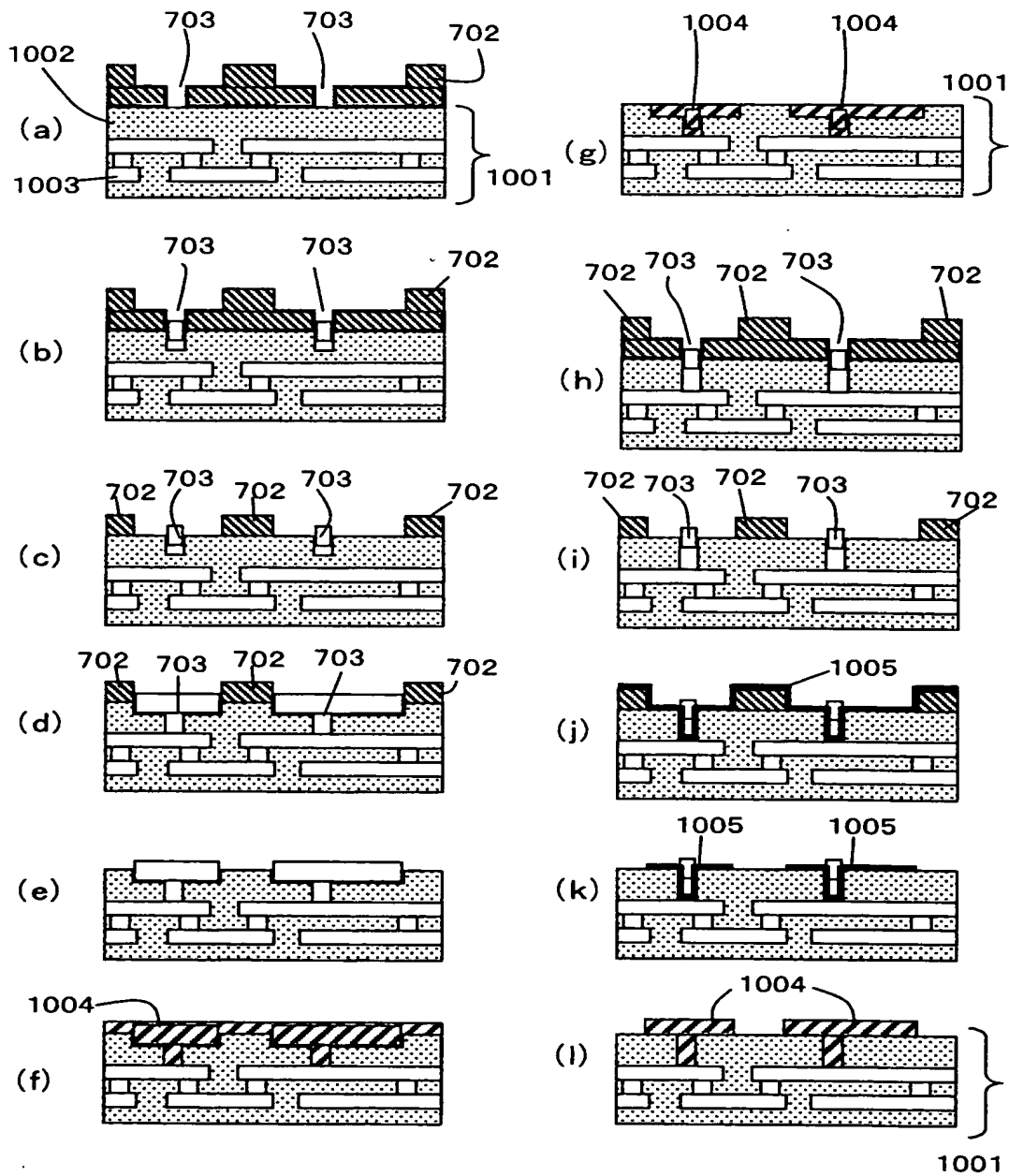
【図11】



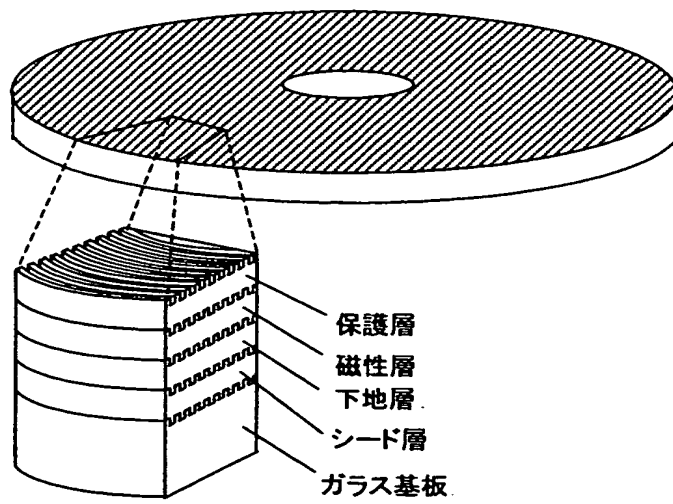
【図12】



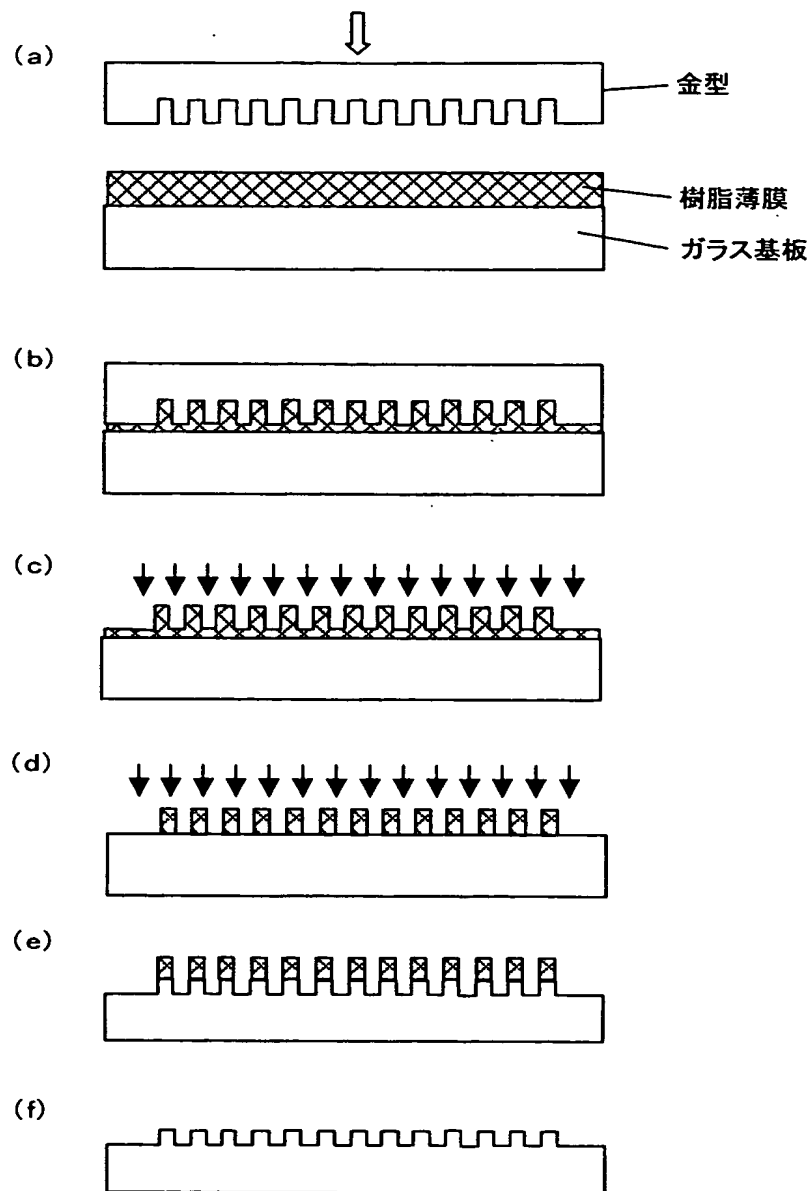
【図 13】



【図 14】

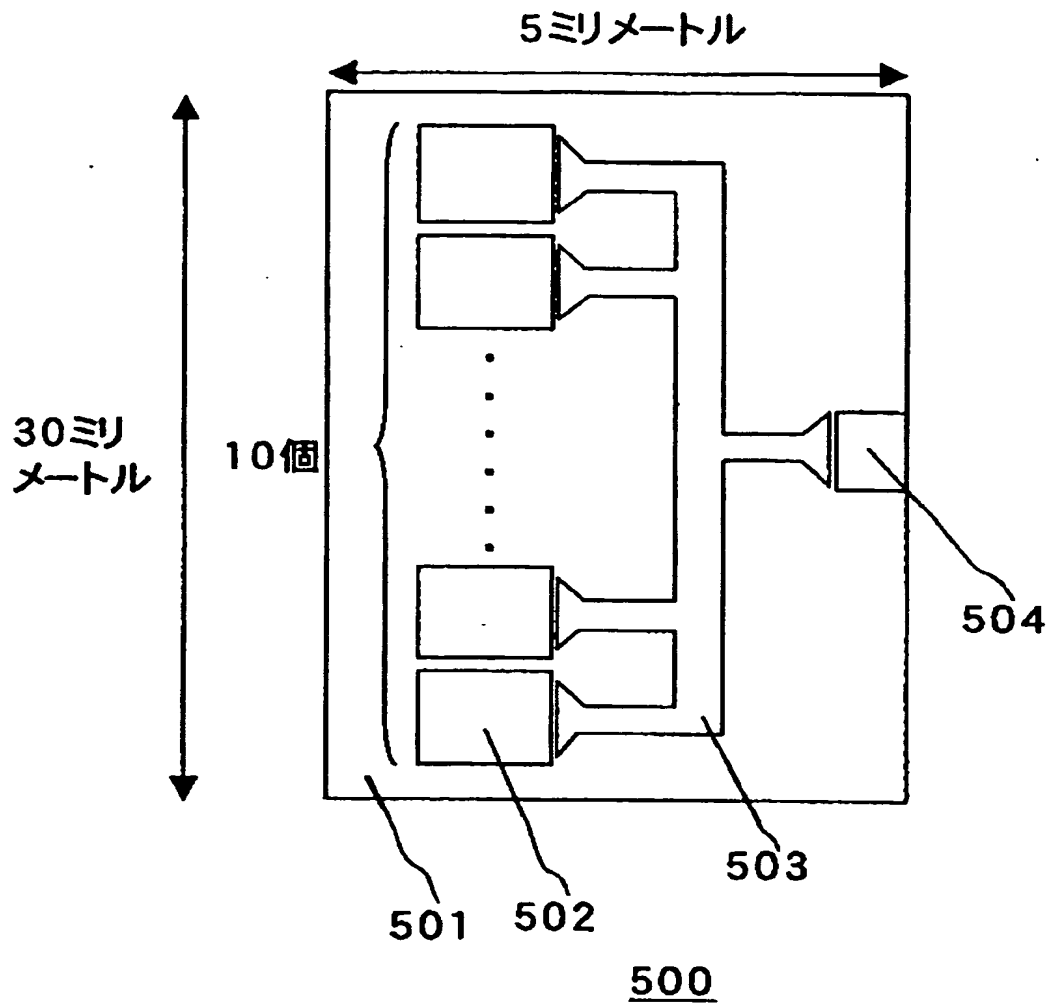


【図 15】

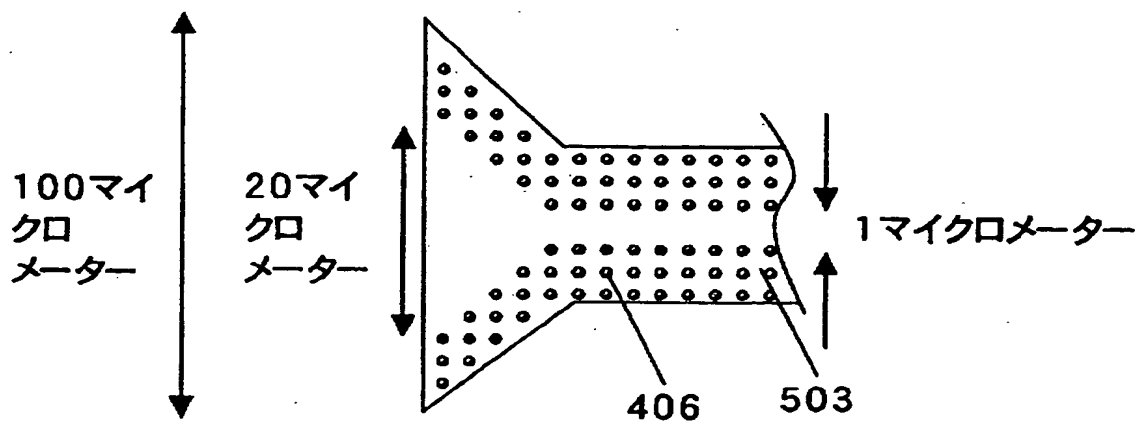




【図 16】



【図 17】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ナノプリント法において、より高精度な転写を行うことを目的とする

。

【解決手段】 基板上に微細構造を形成するために、基板と、表面に微細な凹凸が形成されたスタンプとを、緩衝材を介して加熱・加圧するナノプリント装置において、複数個の前記緩衝材が搬送フィルム上に保持されており、加熱・加圧時に前記緩衝材を順次交換する機構を有することを特徴とするナノプリント装置、及び該ナノプリント装置を用いる微細構造転写方法。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 3 - 0 7 7 9 2 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 5 1 0 8 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 3 1 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区神田駿河台 4 丁目 6 番地
氏 名	株式会社日立製作所

特願 2 0 0 3 - 0 7 7 9 2 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 2 3 3 0 7 7 ]

1. 変更年月日

2 0 0 1 年 1 0 月 1 日

[変更理由]

名称変更

住 所

東京都足立区中川四丁目 1 3 番 1 7 号

氏 名

株式会社 日立インダストリイズ